

原地矿部百名跨世纪人才基金
四川省百名跨世纪人才基金 联合资助项目
国家自然科学基金

华南新元古代裂谷盆地演化

——兼论与 Rodinia 解体的关系

王 剑 著

地质出版社

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS
UNIVERSITY OF CHINA PRESS
100871 BEIJING, CHINA

中国现代文学史纲

——兼论与 Proust 的邂逅

· 1 ·

中国现代文学史纲

原地矿部百名跨世纪人才基金
四川省百名跨世纪人才基金 联合资助项目
国 家 自 然 科 学 基 金

华南新元古代裂谷盆地演化

——兼论与 Rodinia 解体的关系

王 剑 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本专著在详细论述华南新元古代沉积盆地成因相与环境相的基础上,对华南沉积盆地各时期的古地理格局进行了重建;通过露头层序地层分析,建立了华南沉积盆地的层序地层格架,并讨论了诸如板溪群的区域对比等一系列华南重要的地质问题;运用构造-地层分析法,结合高精度离子探针定年数据,重建了华南沉积盆地的年代地层格架。在上述研究的基础上,提出了华南新元古代裂谷盆地的演化模式,并对华南新元古代裂谷盆地的形成演化与 Rodinia 超大陆解体的关系进行了探讨。

图书在版编目(CIP)数据

华南新元古代裂谷盆地演化:兼论与 Rodinia 解体的关系/王剑著.-北京:地质出版社, 2000.12

ISBN 7-116-03228-2

I. 华… II. 王… III. 构造盆地-研究-中国-华南地区-元古代 IV. P548.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 49711 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:王培生 史欣然

责任校对:田建茹

*

北京印刷学院实习工厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:9.625 图版:3 页 字数:244720

2000 年 12 月北京第一版·2000 年 12 月北京第一次印刷

印数:1—500 册 定价:26.00 元

ISBN 7-116-03228-2

P·2142

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

中国南方沉积盆地演化及大地构造属性有多种模式(刘宝珺等, 1993; 王鸿祯, 1986a, 1987b; 水涛, 1987a, 1986b; 郭令智等, 1980), 特别是80年代以来, 不少中外学者就这一问题提出了许多新的看法(许靖华, 1980; 许靖华等, 1987; 李继亮、孙枢等, 1989; Hsu et al., 1988, 1989, 1990; Hsu, 1994), 引起了国内外学者的强烈反响与争论。

随着华南地质工作的不断深入和资料的积累, 特别是大量精确定年数据的获得及1:5万区域地质调查的完成, “板溪混杂岩”及“华南中生代阿尔卑斯碰撞造山”模式已显得越来越难以成立, 其主要证据集中体现在: ①板溪群是一套成层有序的正常海相地层(陈心才, 1991; 唐晓珊等, 1992, 1994; 汤加富, 1993); ②湘浙赣缝合带不是中生代缝合带, 其缝合年代应为970Ma左右(李献华等, 1996)。

尽管我们现在基本上可以不再讨论“板溪混杂岩”及“板溪洋”问题, 但“四堡”运动的性质及其后的华南新元古代沉积盆地性质仍是一个有待重证与再研究的问题。

随着90年代初兴起的全球Rodinia超大陆研究的新进展, 华南中新元古代造山事件及新元古代沉积盆地性质问题已显得越来越重要, 它已经不仅仅是华南本身地质演化规律问题, 而是关系到全球构造演化及古大陆重建的重大问题。以西澳大利亚大学李正祥为首的一批中外学者, 应用华南构造-地层分析对比、古地磁极移轨迹及同位素地球化学等方法, 在重建的中元古代末全球Rodinia超大陆中, 不但肯定了华南古大陆与超大陆具有密切的联系, 而且还提出了华南古大陆在Rodinia超大陆中的可能位置。因此, 进一步研究并揭示华南新元古代沉积盆地的性质, 对于证实华南古大陆在Rodinia超大陆中的位置及其演化与Rodinia解体的关系, 都具有重要意义。

本专著是原地质矿产部百名跨世纪人才基金(9701)、四川省百名跨世纪人才(青年)基金、国家自然科学基金(49972046)联合资助项目“华南新元古代裂谷盆地演化——兼论与Rodinia解体的关系”的部分成果。作者运用沉积大地构造学、层序地层学及年代地层学等方法, 重新确定了华南盆地演化的性质及演化阶段, 通过与同期超大陆的其他陆块群沉积盆地的对比分析, 确定华南盆地的形成演化规律与Rodinia解体的关系。为此, 重点进行了以下七个方面的资料收集与研究: ①区域地层特征; ②沉积盆地成因相与环境相分析; ③古地理与古环境演化分析; ④露头层序地层划分与区域地层对比; ⑤离子探针(SHRIMP)精确定年与华南盆地新元古代年代地层格架; ⑥华南裂谷盆地沉积演化动力学模式; ⑦华南新元古代裂谷盆地演化与Rodinia解体的关系。

在历时4年、涉足华南8省(区)的6次野外工作中, 作者得到了下列地质学界同仁的支持与帮助。①1996年4月湖南、湖北野外工作中, 西澳大利亚大学李正祥研究员、中国地质大学张世红教授、宜昌地质矿产研究所胡宁副研究员及湖南403地质队吴昌炽高工等分别参加了部分野外工作。②1997年4月广西、云南野外工作中, 广西地勘局区调院王汉荣高工、李孝全高工, 云南地勘局地质研究所欧阳麟高工分别参加了部分野外工

作。③1997年10月湖南、广西野外工作中,西澳大利亚大学李正祥研究员、湖南地勘局区调院熊延旺工程师、广西地勘局王汉荣高工、李孝全高工、广西第七地质队黄少棠高工分别参加了部分野外工作。④1998年6月江西、安徽野外工作中,先后有江西地勘局科研所符鹤琴高工,安徽地勘局332地质队王爱国高工、余心起高工参加了部分野外工作,成都地质矿产研究所余谦副研究员、高大发工程师参加了整个野外工作。⑤1998年10月浙江、江西野外工作中,浙江地勘局区调院包超民高工参加了全部野外工作,中国科学院广州地球化学研究所李献华研究员参加了江西部分的野外工作。⑥1999年5月四川、云南野外工作中,西澳大利亚大学李正祥研究员、中国科学院广州地球化学研究所李献华研究员、中国地质大学张世红教授、张传红副教授、成都地质矿产研究所杨暹和研究员及李忠雄副研究员参加了野外工作。

室内资料整理与专著编写过程中,作者得到了西澳大利亚大学李正祥研究员,成都地质矿产研究所刘宝珺院士、潘桂棠研究员的指导。广州地球化学研究所李献华博士,成都地质矿产所许效松研究员、李忠雄副研究员等与作者进行过有益的交流与讨论,并提出过许多有益的建议。成都地质矿产所高大发工程师、黄志英工程师、邓昌蓉副研究员及刘巧红工程师协作完成了本项研究的图件清绘和稿件的打印与校正工作。

本项研究先后得到了原地质矿产部百名跨世纪人才基金、四川省百名跨世纪人才(青年)基金、国家自然科学基金的联合资助,西澳大利亚大学特别构造研究中心(Tectonics Special Research Centre, University of Western Australia)资助了作者在澳访问研究期间的费用及部分测试费用,中国科学院广州地化研究所李献华博士提供了部分同位素测试费用。西澳大利亚大学及柯廷大学(Curtin University)离子探针定年实验室(SHRIMP)、中国科学院广州地球化学研究所同位素实验室及成都地质矿产研究所沉积盆地与流体动力学开放实验室等为本项研究分别提供了相关的测试与分析。在此,作者谨向上述个人和单位一并致以诚挚的感谢!

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
一、问题的提出	(1)
二、研究现状	(2)
三、研究思路和方法	(5)
第二章 区域地层特征	(7)
第一节 地层分区	(7)
第二节 扬子东南区	(7)
一、湘桂分区	(7)
二、江南分区	(26)
三、浙北分区	(40)
第三节 华夏区	(44)
第四节 扬子西缘康滇区	(48)
一、川西南小区	(48)
二、滇中小区	(51)
第三章 沉积成因相与环境相分析	(55)
第一节 次级沉积盆地的划分	(55)
第二节 成因相与环境相分析	(57)
一、成因相与环境相的概念及分类	(57)
二、大陆火山喷发(岩)相组合	(57)
三、海底火山喷发(岩)相组合	(61)
四、冰碛岩相组合	(64)
五、海平面变化事件相组合	(66)
六、大陆环境相组合	(67)
七、海相环境相组合	(68)
第三节 古环境及岩相古地理演化	(69)
一、湘桂次级盆地	(70)
二、江南次级盆地	(70)
三、浙北次级盆地	(76)
四、扬子西缘康滇次级盆地	(76)
五、华夏次级盆地	(76)
第四章 露头层序地层划分与区域地层对比	(78)
第一节 概述	(78)
一、关键面	(78)
二、剖面相序分析	(79)
三、结构构造	(79)
第二节 露头层序地层划分	(80)
一、湘桂次级盆地	(80)

二、江南次级盆地	(85)
三、浙北次级盆地	(87)
四、扬子西缘康滇次级盆地	(88)
五、华夏次级盆地	(89)
第三节 露头层序地层对比	(94)
一、第1层序 (Sq_1)	(94)
二、第2层序 (Sq_2)	(94)
三、第3层序 (Sq_3)	(94)
四、第4层序 (Sq_4)	(97)
第四节 区域地层对比	(97)
一、对比原则及区域地层对比表	(97)
二、“晋宁-四堡”运动与华南新元古代底界	(97)
三、“板溪群”与莲沱组对比问题	(98)
四、长安冰碛岩及富禄组对比问题	(99)
第五章 华南盆地新元古代地层格架	(100)
第一节 关键地层的离子探针 (SHRIMP) 定年	(100)
一、浙北虹赤村组火山岩离子探针定年	(100)
二、桂北超基性侵入岩墙离子探针定年	(101)
三、浙北章村组火山岩离子探针定年	(103)
第二节 新元古代火山岩及重要岩体年龄值	(104)
第三节 新元古代上、下限年龄值	(106)
一、下限年龄值	(106)
二、上限年龄值	(106)
三、新元古代地质年代表	(107)
第六章 华南裂谷盆地沉积演化的动力学模式	(108)
第一节 裂谷盆地的三维空间结构特征	(108)
一、裂谷基	(108)
二、裂谷体	(109)
三、裂谷盖	(110)
第二节 裂谷盆地演化阶段的划分	(110)
一、裂谷基的形成阶段	(110)
二、幔柱作用与地堑盆地的形成阶段	(112)
三、裂陷沉降与裂谷体的充填阶段	(112)
四、被动沉降(下拗)与裂谷盖的形成阶段	(114)
第三节 与裂谷作用有关的火山-岩浆作用的地球化学特征	(114)
一、岩石化学成分特征与裂谷作用	(114)
二、稀土元素特征与裂谷作用	(117)
第四节 华南裂谷盆地演化的动力学模式	(118)
第七章 华南新元古代裂谷盆地演化与 Rodinia 的解体	(121)
第一节 Rodinia 的拼合与裂解	(121)
第二节 华南与南澳古大陆裂谷盆地沉积层序对比	(123)

第三节 华南与劳伦古大陆边缘裂谷盆地沉积层序对比	(125)
第四节 华南裂谷盆地与 Rodinia 解体	(126)
结 语	(129)
附 录 (总图列表)	(132)
参考文献	(133)
英文摘要	(141)
图版说明及图版	(145)

第一章 绪 论

一、问题的提出

笔者所指的华南,在地理分区上为秦岭—大别山以南、金沙江以东的中国南方地区。通常认为,华南古大陆基底由西北的扬子地块及东南的华夏地块组成(王鸿祯等,1981,1982,1984,1986,1995;黄汲清等,1977;任纪舜等,1980,1989)。扬子地块是华南大地构造研究的重要单元,特别是其东南边缘及西缘保存了能反映整个华南地块演化历史的重要记录,是本项研究的主要研究对象。扬子北缘属南秦岭地理分区,不属笔者研究的范畴。华夏陆块由葛利普(A.W.Grabau, 1924)首先提出,其后李四光(1930)将“华夏”一词用于整个中国东部。王鸿祯师从葛利普,建议以华夏古陆作为古地理名称,描述为与扬子相对应的中国东南部曾经存在的一个古地理单元(王鸿祯,1995)。现在华夏地块通常指华南的东南部地区,它也是华南大地构造研究的重要单元之一,限于露头条件笔者仅讨论华夏陆块的西北边缘带。

80年代以来,对中国南方大地构造属性提出了一种新的看法(许靖华,1980;许靖华等,1987;李继亮、孙枢等,1989;Hsu et al., 1988, 1989, 1990; Hsu, 1994),引起了国内外学者的强烈反响与争论。“板溪”究竟是板溪群还是板溪混杂岩?湘浙赣缝合带究竟是中生代缝合带还是“四堡”期缝合带?时至今日,华南大地构造问题仍然是中国地质学家争论的热点问题之一,仅在1986~1998年间,华南“板溪群”问题就召开了三次全国性的野外现场学术研讨会(1986,湖南;1991,江西;1998,江西)。

随着华南地质工作的不断深入和资料的积累(徐备等,1989;周国庆等,1991;Chen J. et al., 1991;李献华等,1994;周新民等,1989;甘晓春等,1996),特别是精确定年数据的获得及1:5万区域地质调查的完成,“板溪混杂岩”及“华南中生代阿尔卑斯碰撞造山”模式已显得越来越难以成立(Gupta, 1989;陈旭等,1995;Powell et al., 1995;李献华等,1995;Wang, J. et al., 1998;Li, Z. X. et al., 1998),其主要证据集中体现在:①板溪群是一套成层有序的正常海相地层(陈心才,1991;唐晓珊等,1992,1994;汤加富,1993);②湘浙赣缝合带不是中生代而是前震旦纪的缝合带,其缝合时代应为970Ma左右(李献华等,1996;李献华,1999)。

尽管我们现在基本上可以否定“板溪混杂岩”及“板溪洋”的存在,但“晋宁—四堡”运动的性质及其后的华南新元古代沉积盆地性质仍是一个急待解决的问题。

随着90年代初兴起的全球Rodinia超大陆研究的新进展,华南中新元古代造山事件及新元古代沉积盆地性质的问题已显得越来越重要,它不仅仅是华南本身地质演化规律问题,而是关系到全球构造演化及古大陆重建的重大问题。以西澳大利亚大学李正祥为首的一批中外学者,应用华南构造—地层分析对比、古地磁极移轨迹及同位素地球化学等方法,在重建的中元古代末全球Rodinia超大陆中,不但肯定了华南古大陆与超大陆具有密切关系,而且还提出了华南古大陆在Rodinia超大陆中的可能位置。因此,研究并进一步揭示

华南新元古代沉积盆地的性质,对于证实华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的位置及其演化与 Rodinia 解体的关系,都具有重要意义。笔者运用沉积大地构造学、层序地层学及年代地层学等方法,确定华南盆地演化的性质及演化阶段,并与同期超大陆的其它陆块群沉积盆地作分析对比,拟确定华南盆地的形成演化规律与 Rodinia 解体的关系。

为此,笔者研究的具体内容包括:①扬子古大陆边缘新元古代盆地演化与盆地分析,包括浙、皖、赣、湘、桂扬子东南大陆边缘裂谷盆地及扬子西缘康滇裂谷盆地。②构造-岩浆-沉积事件的地球化学研究及精确年代学研究。③华南古大陆裂谷作用与幔柱作用研究,以及与 Rodinia 裂解之间的关系研究。④华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的位置及其在新元古代裂散过程中的综合研究。

二、研究现状

有关华南新元古代沉积盆地演化及全球 Rodinia 超大陆的研究现状主要体现在两个方面。一是全球 Rodinia 超大陆的拼合与裂解 (Assembly and breakup) 已成为地学研究的热点,与其有关的研究近年来取得了重要进展;二是我国地质学者在华南新元古代地层-构造及华南盆地演化研究方面打下了良好的基础,积累了大量的资料。

80 年代末至 90 年代关于中元古代晚期格林威尔造山带 (Grenville Orogen, 1300 ~ 1000Ma) 的形成和新元古代早期与超大陆解体有关的全球性裂谷事件的研究,是这一时期超大陆研究的热点问题。Moores (1991) 根据 Grenville 造山带的构造-地层对比、古地磁极移轨迹 (APWP) 等,首先提出了 SWEAT 假说,在他的假设中,北美 (美国西南部)、东南极及澳大利亚曾连接在一起构成了中新元古代 Rodinia 超大陆的一部分。Hoffman (1991) 及 Dalziel (1991) 通过古地磁及构造地层对比,证实了中元古代晚期 (1300 ~ 1000Ma) 在全球范围内发生的 Grenville 碰撞造山运动是这一时期连接超大陆各大陆群的纽带。有关这一方面的研究基础与成果主要体现在:①基本确立了中元古代末 (? ~ 1000Ma) 超大陆存在的基本轮廓,并确定了除中国地块群以外的全球各主要陆块在 Rodinia 中的位置;②确立了新元古代时期 Rodinia 的解体 (Break up) 及全球范围内广泛存在的裂谷 (Rifting) 作用;③重要的构造-沉积演化阶段的年代学数据、古地磁极移轨迹数据及地球化学数据的确定。这些成果大大推进了全球超大陆研究的进展。目前, Rodinia 超大陆的研究已成为全球构造和前寒武纪地质工作的一个热点,研究工作从不同的角度在不同的学科中蓬勃开展。有关 Rodinia 超大陆的研究先后列入了 IGCP 多项国际研究计划中。在第 30 届国际地质大会及其后的多次国际性学术大会上都被列为十分重要的议题和热点问题进行讨论。

华南在 Rodinia 超大陆研究中应占有十分重要的地位。然而,华南在这一方面的研究成果,特别是公开发表的可供国际交流的文献太少,因而华南古大陆在 Rodinia 超大陆研究中目前尚未发挥它应有的作用 (陆松年, 1989; 王江海, 1998; 张文治, 1996)。在 Hoffman (1991) 重建的 Rodinia 超大陆中,中国古地块置于东冈瓦纳边缘,且在正文中未作任何论述,显然是由于缺少对中国实际资料的更多了解。

90 年代中期以来,西澳大利亚大学构造特别研究中心 (Tectonics Special Research Central, 简称 TSRC) 李正祥、C. McA. Powell 及其中国、澳大利亚同事的研究成果引人注目 (Li Z. X. et al., 1995, 1996, 1997, 1998, 1999)。这些进展主要有以下几个方面:①提出了华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的可能位置;②华夏地块在中元古代中期属于劳伦亚大陆的一部分,在 1000Ma 左右 Rodinia 超大陆的形成,导致扬子与华夏之间的拼合 (“晋宁-

四堡”运动); ③Rodinia 超大陆在 900 ~ 820Ma 时裂解, 导致了新元古代早期华南裂谷盆地的形成演化。

显然, 华南古大陆在 Rodinia 超大陆研究中的重要作用取决于我们对华南沉积盆地研究所获得的资料以及对这些资料的合理解释与重新评价。一方面, 已积累了大量的资料, 取得了一系列重要成果; 另一方面, 一些“老”问题又有“新”的发现, 正如 1998 年 10 月在江西召开的全国“板溪群”属性再认识学术交流现场会议上所公认的那样: “如果说在 80 年代诸如板溪群类似的问题未能引起广大中国地学工作者的注意是可以理解的话, 那么时至今日, 我们已到了必须回答这些问题的时候了”(华南地区“板溪群”构造属性再认识野外现场研讨会会议纪要, 1998)。归结起来, 华南新元古代沉积-地层-构造研究现状及研究基础主要表现为新资料、新发现和新认识在不断积累, 观点在不断更新, 认识在不断提高, 模式正日趋完善。有关这一领域的研究基础与主要观点综述如下。

王鸿祯等认为, 华南大陆壳由两个主要的地质构造单元组成(王鸿祯等, 1981, 1982, 1984, 1990, 1995), 即位于北西的扬子地块和位于东南侧的华夏地块(Grabau, 1924)。新元古代时期, 扬子地块先后经历了中元古代末—新元古代初、青白口纪末—早震旦世初两次造山运动, 形成了扬子地台上准盖层和盖层两个构造单元, 这就是我国许多华南前寒武纪研究人员所习称的华南“晋宁 I 期”和“晋宁 II 期”造山运动(王鸿祯, 1986)。王鸿祯等(1995)在总结中国古大陆边缘构造体系时, 把扬子地台区划分为: ①扬子地台北侧边缘区; ②扬子地台西侧边缘区; ③扬子地台东南侧边缘区。后者是连接华南洋和华夏古陆的纽带, 以湘赣分界线为界, 分为东、西两段。西段包括黔东、桂北及湘中, 中元古代早中期以陆缘拉伸张裂为主, 属以裂陷为主的被动大陆边缘(徐备, 1995); 新元古界板溪群以较深水沉积岩为特征, 代表被动大陆边缘沉积, 并一直延续到震旦纪至早古生代。东段包括赣西北和皖浙赣交界地区, 赣西北及赣东北在中元古代均有明显的斜坡向南的海底扇浊流沉积(徐备, 1990)。不少学者认为, 扬子地台以南存在一个大洋(华南洋), 新元古代华南洋向北俯冲, 形成了扬子地台南缘的新元古代(登山群)火山岛弧(王鸿祯, 1995; 徐备等, 1995; 马瑞士等, 1994; 郭令智等, 1986)。同时在岛弧以北有一个弧后洋盆(歙县洋盆), 震旦纪前再次挤压褶皱(晋宁 II 期), 其上形成类磨拉石沉积(休宁砂岩)。所以东段以持续发展的活动大陆边缘为特征。

王鸿祯等关于华南“晋宁 I”和“晋宁 II”运动的划分, 以及“晋宁 I”之后的华南盆地的属性和整个新元古代(扬子东南缘东段)是否存在沟弧盆体系等一系列问题尚待重新商榷。这也是笔者要讨论的主题之一。

刘宝珺等(1994)运用现代板块构造理论及“活动论”观点, 完成了中国南方岩相古地理研究, 对华南震旦纪—三叠纪的沉积盆地演化、古地理展布及大地构造属性等作了深入的研究, 取得了重要的成果。就华南中新元古代沉积盆地与大地构造而言, 他们认为: 在中元古代末(1050 ~ 1000Ma)的四堡运动(或称之为武陵运动, 或神功运动, 或晋宁运动 I 等)过程中, 华南洋向扬子陆块的俯冲使扬子东南边缘形成增生的褶皱带, 俯冲带不断后退, 形成了华夏古陆边缘的沟弧盆系; 至晋宁运动 II (850 ~ 880Ma), 扬子与华夏之间的华南洋在扬子地块的东段消失, 形成江绍(江山—绍兴段)缝合带。同时, 他们也认为, 在此段以西, 仍然存在一个华南残留盆地, 该盆地一直延续到加里东期(刘宝珺等, 1994; Shui, 1987; Wang and Mo, 1995), 除钦防海槽以外的整个华南盆地从中奥陶世开始

逐渐关闭,至志留纪末形成加里东褶皱带。

然而,近年来随着区域地质资料的不断积累,特别是华南 1:5 万区域地质调查的完成及板溪群研究的新突破,刘宝珺等(1994)关于华南“残留盆地”的观点正面临着挑战与考验(Li Z.X., 1998)。

刘鸿允等(1991)较早全面系统研究了我国新元古代地层,他们首次提出新元古代“大震旦”的观点(刘鸿允, 1991; 董榕生, 1991; 戚中林, 1991; 李建林, 1991),其要点为:①晋宁运动(900 Ma)的造山不整合面,是划分震旦系与前震旦系的重要构造面,它决定了中、新元古界两个构造层的时空界线。这一造山过程结束之后至寒武系之前,应为一个大的新元古界震旦系。②板溪群不是前震旦系,而是下震旦统。板溪群与峡东地区的“小震旦系”(赵自强, 1980)为相变过渡关系,不具备通常认为的上下接触关系(马国干等, 1980, 1983, 1988, 1984; 黄建中等, 1996; 唐晓珊等, 1995),滇中地区也存在类似的对比层序。③晋宁运动之后的新元古代盆地演化,是造山带基底之上的盖层沉积过程,且显示了裂谷盆地的发育特征。④华南普遍存在整合于震旦系碎屑岩之下的陆相火山岩,是晋宁期后形成的,它是下震旦统不可分割的组成部分。

刘鸿允的研究成果,尽管由于当时的资料限制尚存在某些局限,如湘中板溪群与峡东震旦系不应是统一的相变关系,而应属等时的顶界与不等时的底界(王剑等, 1998),但就构造层次的划分和新元古代裂谷盆地的提出,以及震旦纪地层对比而言,今天仍是我们重要的参考资料与借鉴模式。

如前所述,近 10 多年来,许靖华等中外学者,就中国南方大地构造的机制及演化提出了一种全新的、与我国广为流行的认识大相径庭的观点(许靖华, 1980; 许靖华等, 1987; 李继亮、孙枢等, 1989; Hsü, et al., 1988, 1989, 1990; Hsü, 1994),把华南问题研究推向了一个新的时期。许靖华(1979)通过研究中国的 1:400 万地质图之后发现,华南,特别是川东和黔北的地质图与美国阿巴拉契亚中、南部的地质图有惊人的相似之处。受这一意外发现的启发,他用“比较大地构造学”方法,结合野外考察,提出了既不同于传统的华南“多旋回”模式(黄汲清, 1954; 李春昱, 1979; 任纪舜等, 1980),也不同于我国 80 年代板块构造所解释的新模式(王鸿祯, 1986)。在许靖华的模式中,扬子与华夏的缝合时间及两者碰撞造山性质是争论的焦点。最初许靖华等认定华南存在一个从元古宙一直延续到印支期才关闭的板溪洋,因此华南是个印支期的造山带,华南古生代不存在地台(Hsü, 1981),分布于扬子地块东南边缘带的板溪群不是成层有序的地层,而是印支期的构造混杂岩(许靖华, 1980; 许靖华等, 1987; 李继亮等, 1989; Hsü et al., 1988, 1989; Hsü et al., 1990)。尽管后来由于资料的积累与新的发现使许靖华不得不接受关于“板溪混杂岩”至少在扬子与华夏缝合带的东部地区是前震旦时代形成的事实(Hsü, 1994),但他通过对自己模式的修改,又提出了一个从前震旦纪一直延续到中生代的多岛弧的弧-陆碰撞缝合模式,在这个修改了的模式中,“板溪群”被当作板溪弧处理,同时,他仍然认为在扬子与华夏之间(至少在西部地区)存在一个从前寒武纪一直发育到中生代的大洋(许靖华等, 1998)。

许靖华的华南大地构造新模式,尽管后来被越来越多的事实证明它与客观实际之间有一定的差距,但他大胆的设想却引起了国内外学者的极大兴趣与争鸣。80 年代末至 90 年代初,有关华南问题的争论达到了高峰(Gupta, 1989; Rodgers, 1989; Rowley et al.,

1989; Hsü et al., 1989a, 1989b; 郝杰等, 1992; Li, 1998; 李日俊等, 1994; 陈心才, 1995; 陈旭等, 1995; 唐晓珊等, 1995)。1987~1998年间, 全国召开了4次有关华南问题的专题学术研讨会, 其中三次是野外现场研讨会。1988年底在江西鹰潭召开的“闽浙赣三省变质基底现场考察会”讨论的焦点是: ①“板溪群”是仅代表湖南境内的一个岩石地层单位, 还是泛指扬子地块东南缘、分布广泛、不同时代的变质岩群; ②“板溪群”是一套层状有序的变质岩系(属变质基底), 还是片状无序的变质岩带(中生代的构造混杂岩); ③“板溪群”的层位是相当于三峡地区震旦系莲沱组的相变, 还是莲沱组之下的前震旦纪基底。尽管这些问题通过这次现场会后并未全部解决, 但占主流的意见都支持这三个问题的前半部分(汤加富, 1989)。1990年在湖南长沙召开了第二次全国性“湖南省板溪群现场考察会”, 会议讨论的焦点集中在板溪群的属性、时限、地层划分及对比上, 并扩大到了板溪群与桂北丹洲群的对比问题, 再一次确立了板溪群为前寒武纪成层有序的地层的认识(汤加富等, 1993)。

何科昭、赵崇贺等先后在赣东北蛇绿混杂岩带中发现了多处含晚古生代放射虫硅质岩(赵崇贺等, 1995, 1996, 1997; 何科昭等, 1996), 从而认定赣东北存在一条扬子与华夏碰撞对接的印支期缝合带, 使过去一些本来已经解决了的老问题又被重新提了出来。由于大量的同位素资料已证明这一蛇绿岩带的基性-超基性岩时代为前震旦纪(1000Ma左右), 他们又重提出了“板溪洋”的观点, 即华南有一个从前震旦纪一直演化到印支期的大洋存在。这一观点重新支持许靖华的“板溪洋”与“板溪混杂岩”模式, 尽管许靖华本人已认识到了至少这一混杂岩带的东段是前震旦纪的产物。鉴于上述背景, 在江西德兴召开的“华南板溪群构造属性再认识”(1998)野外现场研讨会上, 就板溪群构造属性和是否存在一条赣东北印支期构造混杂岩等老问题, 又展开了新一轮针锋相对的激烈辩论, 尽管最后并未达成共识, 但将华南新元古代盆地属性问题的研究, 大大向前推进了一步。何科昭等人的观点忽略了以下几个重要的事实: ①大量的同位素资料支持赣东北蛇绿混杂岩属前震旦纪; ②赣东北蛇绿混杂岩位于赣东北深大断裂带上, 构造极为复杂, 受加里东、印支等多次构造运动改造, 新老地层被逆冲逆掩堆积混杂在一起; ③加里东运动后, 江南古陆处于隆起带, 长期遭受剥蚀, 大部分地区缺失加里东以后的晚古生代的大部分地层, 部分地区为二叠纪含放射虫硅质岩地层直接超覆于前寒武纪基底之上; ④在上述复杂地质背景之下的构造复杂区, 忽略了已有地质资料在地层识别、划分上有误的可能。

综上所述, 华南大地构造问题, 特别是新元古代盆地属性、演化过程、构造背景等是揭示华南古大陆演化与 Rodinia 超大陆解体之间的关系的焦点问题。一方面, 在华南问题研究方面还存在着许多新老问题, 有些仍然是今天争论的焦点, 有待我们作进一步深入细致的研究工作; 另一方面, 在华南问题研究方面已积累了大量的资料和研究成果, 包括大量的区域地质调查资料。所有这些为进一步的研究工作打下了坚实的基础。

三、研究思路和方法

本专著试图运用沉积学、大地构造学、同位素及元素地球化学等基础理论, 通过构造-地层对比分析、岩相古地理演化分析、层序地层分析、元素及同位素地球化学分析及定年分析等方法, 突破已有模式的束缚, 重建新元古代至古生代华南古大陆演化模式, 并通过与 Rodinia 超大陆裂解同期相邻陆块群沉积演化史及构造演化史的对比研究, 拟揭示华南古大陆演化与 Rodinia 超大陆解体之间的关系。

研究思路主要包括以下几个方面：①从沉积盆地分析入手，研究扬子地块东南边缘、华夏地块西北边缘及扬子地块西缘盆地演化史，以确立扬子周边及华夏北缘新元古代裂谷盆地的演化模式。②以层序地层、岩相古地理分析为主要途径，特别是通过沉积盆地古流向分析，以确立扬子地块周边及华夏地块北缘的层序地层格架、地层区域对比模式和相与环境的演化特征；运用活动论观点，重建各时期古地理轮廓。③运用高精度离子探针定年（SHRIMP）数据，以建立新元古代时期与盆地构造演化有关的地质年代学格架，特别是解决关键地层、重要地质事件的年代学问题，为盆地演化时空框架的建立提供重要依据。④运用元素地球化学、同位素地球化学及同位素年代学方法，结合地质记录参数，探讨华南新元古代盆地演化过程中的壳幔物质来源、交换与转换特征，为盆地演化框架的建立提供物质成分方面的证据。⑤通过沉积盆地分析，探讨沉积盆地构造沉降、沉积充填、海平面变化之间的关系。⑥通过对华南古大陆演化模型与 Rodinia 超大陆解体形成的其他陆块群的对比研究，如澳大利亚、劳伦亚、东南极等，通过对比分析，探讨它们之间的联系与区别，从而揭示华南古陆演化与 Rodinia 超大陆解体之间的关系，进而探讨华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的位置和作用。

（1）研究思路主要包含以下几个方面：①从沉积盆地分析入手，研究扬子地块东南边缘、华夏地块西北边缘及扬子地块西缘盆地演化史，以确立扬子周边及华夏北缘新元古代裂谷盆地的演化模式。②以层序地层、岩相古地理分析为主要途径，特别是通过沉积盆地古流向分析，以确立扬子地块周边及华夏地块北缘的层序地层格架、地层区域对比模式和相与环境的演化特征；运用活动论观点，重建各时期古地理轮廓。③运用高精度离子探针定年（SHRIMP）数据，以建立新元古代时期与盆地构造演化有关的地质年代学格架，特别是解决关键地层、重要地质事件的年代学问题，为盆地演化时空框架的建立提供重要依据。④运用元素地球化学、同位素地球化学及同位素年代学方法，结合地质记录参数，探讨华南新元古代盆地演化过程中的壳幔物质来源、交换与转换特征，为盆地演化框架的建立提供物质成分方面的证据。⑤通过沉积盆地分析，探讨沉积盆地构造沉降、沉积充填、海平面变化之间的关系。⑥通过对华南古大陆演化模型与 Rodinia 超大陆解体形成的其他陆块群的对比研究，如澳大利亚、劳伦亚、东南极等，通过对比分析，探讨它们之间的联系与区别，从而揭示华南古陆演化与 Rodinia 超大陆解体之间的关系，进而探讨华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的位置和作用。

3. 1 研究思路

研究思路主要包含以下几个方面：①从沉积盆地分析入手，研究扬子地块东南边缘、华夏地块西北边缘及扬子地块西缘盆地演化史，以确立扬子周边及华夏北缘新元古代裂谷盆地的演化模式。②以层序地层、岩相古地理分析为主要途径，特别是通过沉积盆地古流向分析，以确立扬子地块周边及华夏地块北缘的层序地层格架、地层区域对比模式和相与环境的演化特征；运用活动论观点，重建各时期古地理轮廓。③运用高精度离子探针定年（SHRIMP）数据，以建立新元古代时期与盆地构造演化有关的地质年代学格架，特别是解决关键地层、重要地质事件的年代学问题，为盆地演化时空框架的建立提供重要依据。④运用元素地球化学、同位素地球化学及同位素年代学方法，结合地质记录参数，探讨华南新元古代盆地演化过程中的壳幔物质来源、交换与转换特征，为盆地演化框架的建立提供物质成分方面的证据。⑤通过沉积盆地分析，探讨沉积盆地构造沉降、沉积充填、海平面变化之间的关系。⑥通过对华南古大陆演化模型与 Rodinia 超大陆解体形成的其他陆块群的对比研究，如澳大利亚、劳伦亚、东南极等，通过对比分析，探讨它们之间的联系与区别，从而揭示华南古陆演化与 Rodinia 超大陆解体之间的关系，进而探讨华南古大陆在 Rodinia 超大陆中的位置和作用。

第二章 区域地层特征

第一节 地层分区

合理的、有目的的地层分区有利于客观地反映区域地层的总体概貌,便于研究目标的实现。笔者对研究区的地层分区原则是:①能反映新元古代华南沉积盆地的古地理单元或亚单元面貌;②大地构造背景与构造单元;③研究露头及剖面的完整性及局限性是进一步划分亚区时必须考虑的因素,一个分区或亚区内必须有能满足研究要求的剖面出露。

华南新元古代地层主要出露在扬子及华夏地块的边缘带(图3-1)。在扬子地块上主要出露于东南边缘、西缘和北缘;在华夏地块上则主要出露在西北边缘。依据分区原则,结合区域地质研究成果,在前人研究资料的前提下,笔者将华南新元古界划分为扬子东南区、扬子西缘康滇区和华夏区(表4-4)。扬子东南区按其古地理概貌及沉积盆地地层分区特征可进一步划分为:①湘桂分区(I_1),主要包括桂北、湖南及黔东南的部分地区;②江南分区(I_2),主要指浙北与湘桂分区之间的赣东北、赣西北及皖南地区,相当于俗称的“江南岛弧”带(郭令智等,1977、1986);③浙北分区(I_3)。鉴于华夏地块新元古代露头剖面保存不佳,华夏区不再细分,仅以湘赣东南为例进行讨论,统称华夏区。扬子西缘康滇区则包括川西南和滇中地区。

第二节 扬子东南区

一、湘桂分区

该区可进一步划分为桂北、湘西南、湘西北及湘北小区(表2-1)。

1. 桂北小区

在广西境内,新元古界丹洲群和震旦系为一套角度不整合在中元古界四堡群变质岩系之上,整合于寒武系底部黑色岩系之下的浅变质/未变质沉积岩夹火山岩岩系,主要出露在桂北的九万大山至城城岭一带,从下至上依次为白竹组、合桐组、三门街组、拱洞组及其以上的震旦系(表2-1)。丹洲群由赵金科等(1941)所创名的丹洲片岩演化而来,过去曾习惯用湖南的“板溪群”一名。事实上,桂北丹洲群主要为一套浅海一半深海相的粗至极细粒陆源碎屑夹碳酸盐岩及细碧角斑岩沉积,与湖南板溪群浅海相碎屑岩夹火山岩及火山碎屑岩系列稍有不同。在九万大山至城城岭一带,主要由变质的砂泥岩夹少量碳酸盐岩组成。三门街组由董宝林(1990)创名于广西龙胜三门街,指出露于龙胜三门街至花坪、鸡爪一带的一套复理石浊积岩夹多层细碧角斑岩、枕状熔岩及硅质岩系列,并有大量透镜状、似层状基性超基性岩顺层侵入。丹洲群总厚度在968~4780m之间(广西壮族自治区地质矿产局,1985)。在桂北小区,震旦系主要分布于桂北环江至三江一带,桂、粤、湘

三省分界的鹰阳关地区有小面积出露，地层发育好，层序清楚，按现行地层划分法（广西壮族自治区地质矿产局，1985），下统由两个亚冰期及一个间冰期沉积物组成，桂东北两个冰碛层之间夹有较厚的中性火山岩及泥质岩，上统则全为细碎屑岩，常为碳、硅、泥组合。在桂北小区震旦系厚约 360 ~ 4859m。

表 2-1 湘桂分区地层划分对比表

分 区 地 层		湘 桂 分 区													
		桂北小区		湘西南小区		湘北小区		湘西北小区							
寒武系		寒武系		寒武系		寒武系		寒武系							
新 元 古 界		老堡组		留茶坡组		留茶坡组		灯影组							
		陡山沱组		金家洞组		金家洞组		陡山沱组							
		泗里口组		洪江组		洪江组		南沱组							
		富禄组		鹤岭组		湘锰组		湘锰组							
				观音田组		江口组		东山峰组							
		长安组		长滩组											
		拱洞组		莫滨组		五强溪组		溁水河组							
丹洲群		三门街组		高洞群		天井组		板溪群		马底驿组		泥市群		张家湾群	
		合桐组													
		白竹组													
石桥铺组															
中元古界		四堡群		冷家溪群		冷家溪群		冷家溪群		冷家溪群		冷家溪群			

研究区内共观测、补测剖面 9 条，其中以龙胜三门街、龙胜-瓢里及罗城黄金乡有峒-金峒剖面最具代表性。典型剖面描述如下。

龙胜伟江坳上剖面（据广西瓢里幅、泗水幅、龙胜幅 1:5 万区调报告，广西第一地质队，1993；稍作修编）

上覆地层：寒武系清溪组下段炭质硅质板岩

—— 整 合 ——

老堡组（167.2m）

9 深灰色厚层硅质岩，局部夹中层硅质岩，水平层理较发育 138.6m

8 深灰色、灰黑色薄层含炭质硅质岩，水平层理发育，由下往上层理由厚变薄 28.6m

薄

—— 整 合 ——

下伏地层：陡山沱组含炭质泥质粉砂岩、炭质绢云板岩

龙胜江底剖面（据广西瓢里幅、泗水幅、龙胜幅 1:5 万区调报告，广西第一地质队，1993；稍作修编）

上覆地层：老堡组石英岩、硅质岩

—— 断 层 ——

陡山沱组（> 128.6m）

5 灰黑色中至薄层含炭质泥质粉砂岩、炭质绢云板岩 > 7.3m

4 灰色、深灰色厚层泥质粉砂岩，层理清晰 33.1m